SUPLIMENT AL REVISTEI
DE FIZICĂ ŞI CHIMIE

Nr. 2 februarie 1987

SUBIECTE DATE LA CONCURSUL DE ADMITERE ÎN ÎNVĂŢĂMÎNTUL SUPERIOR — IULIE 1986

Disciplina de concurs: FIZICĂ (MECANICĂ, FIZICĂ MOLECULARĂ ŞI CĂLDURĂ, ELECTRICITATE).

Probă dată la învăţământul superior tehnic, la **profiluri** ca: ELECTRIC, ENERGETIC, MECANIC, CONSTRUCŢII, MINE, PETROL, GEODEZIE, TEHNOLOGIA ŞI CHIMIA PRODUSELOR ALIMENTARE — ingineri zi şi seral.

1. Un corp cu masa $m = 0{,}01$ kg, legat de un resort elastic orizontal, oscilează fără frecare, pe o masă orizontală, conform ecuaţiei: $y = 0{,}2\,(\sqrt{3}\cos 2t + \sin 2t)$ (m).
Să se determine:

a) pulsaţia, perioada şi frecvenţa oscilaţiei;
b) momentele în care elongaţia este egală cu jumătate din amplitudinea oscilaţiei, precum şi faza oscilaţiei la momentul $t = 0$;
c) energia potenţială elastică maximă pe care o poate atinge corpul în cazul în care — pornind din poziţia dată de ecuaţia oscilaţiei armonice pentru $t = 0$, cu viteza corespunzătoare aceluiaşi moment — s-ar deplasa cu frecare, coeficientul de frecare fiind $\mu = 0{,}1$.
(Se va lua acceleraţia gravitaţională $g = 10\ \text{m/s}^2$).

Soluţie:

a) Vom scrie ecuaţia mişcării oscilatorii:

$$y = A \sin(\omega t + \varphi).$$

care prin dezvoltare dă:

$$y = A \sin\omega t \cos\varphi + A \cos\omega t \sin\varphi \qquad (1)$$

Ecuaţia mişcării date poate fi scrisă

$$y = 0{,}2\sqrt{3}\cos 2t + 0{,}2 \sin 2t \qquad (2)$$

Prin identificarea termenilor între (1) şi (2) obţinem:

$$\omega = 2\ \text{rad/s} \;;\quad A\sin\varphi = 0{,}2\sqrt{3} \;;\quad A\cos\varphi = 0{,}2 \;;\quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 3{,}14\ \text{s} \qquad (3)$$

$$\nu = \frac{1}{T}\left(= \frac{\omega}{2\pi}\right) = 0{,}318\ \text{Hz}. \qquad (4)$$

b) Din (3) şi (4) se pot obţine celelalte mărimi caracteristice mişcării oscilatorii

$$A^2(\sin^2\varphi + \cos^2\varphi) = (0{,}2\sqrt{3})^2 + (0{,}2)^2 = 0{,}16$$

deci:

$$A = 0{,}4\ \text{m}$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{0{,}2\sqrt{3}}{0{,}2} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3}\ \text{rad}$$

Ecuaţia mişcării oscilatorii poate fi scrisă:

$$y = 0{,}4 \sin\left(2t + \frac{\pi}{3}\right) \qquad (5)$$

Scanned with OKEN Scanner

Pentru aflarea momentelor cînd $y_1 = \frac{1}{2} A$ trebuie îndeplinită condiția:

$$\sin\left(2t + \frac{\pi}{3}\right) = \frac{1}{2}$$

de unde:

$$2t + \frac{\pi}{3} = (+1)^K \frac{\pi}{6} + K\pi$$

și

$$t = (-1)^K \frac{\pi}{12} + \frac{K\pi}{2} - \frac{\pi}{6}$$

La momentul $t_0 = 0 \rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{3}$ rad.

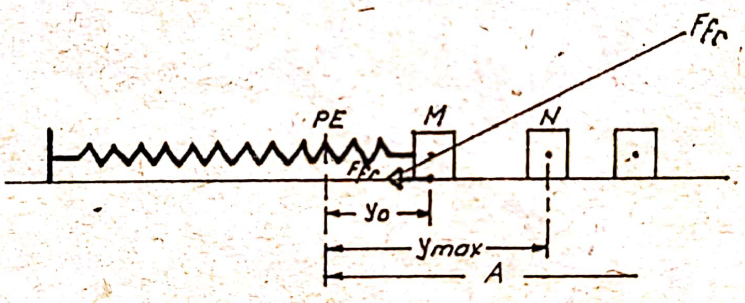
c) Din ecuația (5) a mișcării oscilatorii rezultă la $t = 0$:

$$y_0 = 0{,}4 \sin\frac{\pi}{3} = 0{,}4 \frac{\sqrt{3}}{2} = 0{,}346 \text{ m}.$$

Ținînd cont că $v = \frac{dy}{dt}$, obținem:

$$v = \omega A \cos(\omega t + \varphi),$$

iar la $t = 0$: $v_0 = \omega A \cos\varphi = 2 \cdot 0{,}4 \cos\frac{\pi}{3} = 0{,}4$ m/s.



Din legea conservării energiei pentru procesele cu frecare putem scrie în acest caz

$$(E_p + E_c)_M - L_{F_f} = (E_p + E_c)_N \qquad (6)$$

Dar $(E_p + E_c)_M = E_{tot} = \frac{KA^2}{2}$,

iar în N, unde E_p este maximă, $E_c = 0$ și dacă avem în vedere că $K = m\omega^2$, atunci relația (6) poate fi scrisă:

$$\frac{m\omega^2 \cdot A^2}{2} - \mu mg(y_{max} - y_0) = \frac{m\omega^2 \cdot y_{max}^2}{2}$$

care reprezintă o ecuație în

$$y_{max} = \frac{m\omega^2 t_{max}^2}{2} + \mu mg y_{max} - \mu mg y_0 - \frac{m\omega^2 A^2}{2} = 0. \qquad (7)$$

a cărei soluție este:

$$y_{max} = \frac{-\mu mg + \sqrt{(\mu mg)^2 + 4\frac{m\omega^2}{2}\left(\mu mg y_0 + \frac{m\omega^2 A^2}{2}\right)}}{2 \cdot \frac{m\omega^2}{2}} = 0{,}378 \text{ m}$$

Scanned with OKEN Scanner

(trebuie îndeplinită condiția $y_{max} < A$, deoarece datorită frecării mișcarea devine amortizată)

$$E_{pmax} = \frac{m\omega^2 y_{max}^2}{2} = \frac{0{,}01\ \text{kg} \cdot 4\ \frac{\text{rad}^2}{\text{s}^2} \cdot (0{,}378)^2\ \text{m}^2}{2} = 2{,}857 \cdot 10^{-3}\ \text{J}.$$

Observație : Se putea folosi și următoarea cale de rezolvare :

$$Ec = L_{Feel} + L_{F_f}$$

$$0 - \frac{mv_0^2}{2} = -F_{el\ medie}(y_{max} - y_0) - F_f(y_{max} - y_0)$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{Ky_0 + Ky_{max}}{2}(y_{max} - y_0) + \mu mg(y_{max} - y_0)$$

care prin substituție $K = m\omega^2$, conduce la ecuația :

$$\frac{\omega^2 y_{max}^2}{2} + \mu g y_{max} - \frac{\omega^2 y_0^2}{2} - \mu g y_0 - \frac{v_0^2}{2} = 0$$

care este tocmai ecuația (7), deoarece $\omega^2 y^2 + v^2 = \omega^2 A^2$

2. O mașină termică, utilizînd drept agent 5 moli de gaz perfect, funcționează după un ciclu format din izocora AB, izobara BC, izocora CD și izobara DA. Știind că $p_A = 10^5\ \text{N/m}^2$, $V_A = 0{,}1\ \text{m}^3$, $p_B = 2p_A$ și $V_C = 4V_A$, să se determine :

a) temperaturile la care se află gazul în stările A, B, C, și D ;
b) lucrul mecanic efectuat de mașina termică într-un ciclu ;
c) randamentul mașinii termice.

$\left(\text{Se dau } C_V = \frac{3R}{2} ;\ R = 8310\ \text{J/kmol} \cdot \text{K} \right)$

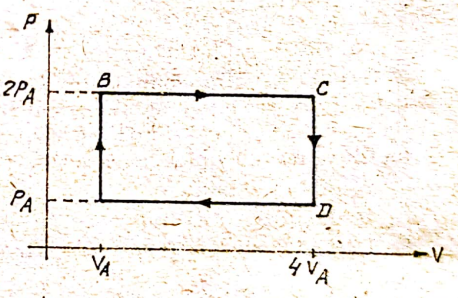
Soluție :

a) Fiecare stare a gazului, prin parametrii săi, trebuie să satisfacă ecuația Clapeyron-Mendeleev : $pV = \nu RT$.

Pentru starea A : $p_A V_A = \nu R T_A \rightarrow$

$$T_A = \frac{p_A V_A}{\nu R} = \frac{10^5\text{N/m}^2 \cdot 0{,}1\ \text{m}^3}{5 \cdot 10^3\ \text{kmol} \cdot 8310\ \text{J/kmol} \cdot \text{K}} =$$

$$= 240{,}67\ \text{K}$$



Pentru starea B (unde $p_B = 2p_A$ și $V_B = V_A$) :

$$p_B V_B = \nu R T_B \rightarrow T_B = \frac{2p_A V_A}{\nu R} = 2T_A = 481{,}34\ \text{K}$$

Pentru starea C (unde $p_C = 2p_A$ și $V_C = 4V_A$) :

$$p_C V_C = \nu R T_C \rightarrow T_C = \frac{2p_A 4V_A}{\nu R} = 8T_A = 1925{,}36\ \text{K}$$

Pentru starea D (unde $p_D = p_A$ și $V_D = 4V_A$) :

$$p_D V_D = \nu R T_D \rightarrow T_D = \frac{p_A \cdot 4V_A}{\nu R} = 4T_A = 962{,}68\ \text{K}$$

Observație : după determinarea lui T_A, temperaturile în celelalte stări pot fi determinate și din legile transformărilor.

Ex. : pentru A → B :

$$\frac{p_B}{p_A} = \frac{T_B}{T_A} \rightarrow T_B = \frac{p_B T_A}{p_A}$$

Scanned with OKEN Scanner

b) Lucrul mecanic se poate calcula ca aria ciclului :

$$L = (2p_A - p_A)(4V_A - V_A) = 3p_A V_A = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 0{,}1 \text{ m}^3 = 30.000 \text{ J} = 3 \cdot 10^4 \text{ J}.$$

Observație : Lucrul mecanic putea fi calculat și ca suma lucrurilor mecanice pentru fiecare proces :

$$L = L_{AB} + L_{BC} + L_{CD} + L_{DA} = 0 + 2p_A(4V_A - V_A) + 0 + p_A(V_A - 4V_A)$$

c) Randamentul este : $\eta = \dfrac{L}{Q_1}$ unde căldura primită este :

$$Q_1 = Q_{AB} + Q_{BC} = \nu C_V(T_B - T_A) + \nu C_p(T_C - T_B) = \nu C_V(2T_A - T_A) +$$

$$+ \nu(C_V + R)(8T_A - T_A) = \nu \frac{3}{2} R \cdot T_A + \nu \frac{5}{2} R \cdot 6T_A = \nu R T_A \left(\frac{3}{2} + \frac{30}{2} \right) = \frac{33}{2} p_A V_A.$$

și atunci $\eta = \dfrac{3p_A \cdot V_A}{\frac{33}{2} p_A \cdot V_A} = \dfrac{2}{11} = 0{,}1818 = 18{,}18\%$.

Observație : Randamentul poate fi calculat și prin

$$\eta = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}$$

unde $|Q_2| = |Q_{CD} + Q_{DA}| = \nu C_V(T_C - T_D) + \nu C_p(T_D - T_A) = \nu \dfrac{3}{2} R \cdot 4T_A + \nu \dfrac{5}{2} R \cdot 3T_A =$

$= p_A V_A \cdot \dfrac{27}{2}$ iar $\eta = 1 - \dfrac{\frac{27}{2} p_A V_A}{\frac{33}{2} p_A V_A} = \dfrac{6}{33} = \dfrac{2}{11} = 18{,}18\%$.

3. O bobină realizată din fir de nichelină cu diametrul de 0,5 mm și rezistivitatea $\rho = 4{,}5 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot m$ este înfășurată pe un miez magnetic cilindric, cu permeabilitatea $\mu = 4\pi 10^{-5}$ N/A² și diametrul $D = 1$ cm. Știind că înfășurarea bobinei are 500 spire pe o lungime de 4 cm și că este alimentată cu tensiunea $U(t) = 204{,}4 \sin(100\,\pi t)$ (V), să se calculeze :

a) inductanța bobinei ;
b) intensitatea efectivă a curentului electric prin bobină ;
c) puterile activă, reactivă și aparentă.

Soluție :

a) Relația de calcul pentru inductanța bobinei este :

$$L = \frac{\mu N^2 S}{l} = \frac{\mu N^2 \frac{\pi D^2}{4}}{l} = \frac{4\pi 10^{-5} \text{ N/A}^2 \cdot 25 \cdot 10^4 \cdot \pi \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}{4 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = \frac{\pi^2 \cdot 10^{-1}}{16} \text{ H} = 61{,}6225 \cdot 10^{-3} \text{ H}$$

b) Bobina va avea :

rezistența $R = \rho \dfrac{l}{S} = \rho \dfrac{N\pi D}{\frac{\pi d^2}{4}} = \dfrac{4\rho N D}{d^2} = \dfrac{4{,}5 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot m \cdot 5 \cdot 10^2 \cdot 10^{-2} \cdot 4 m}{25 \cdot 10^{-8} m^2} = 36\Omega$

reactanța inductivă $X_L = \omega L = 100\,\pi \cdot \dfrac{\pi^2 \cdot 10^{-1}}{16} = 19{,}35\,\Omega$ și impedanța $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} =$

$= 40{,}87\,\Omega$.

Din expresia tensiunii putem calcula :

$$U_{ef} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = 0{,}707\, U_{max} = 0{,}707 \cdot 204{,}4 \text{ V} = 144{,}51 \text{ V}$$

Scanned with OKEN Scanner

iar intensitatea efectivă va fi :

$$I_{ef} = \frac{U_{ef}}{Z} = \frac{144 \cdot 51 \text{ V}}{40{,}87\ \Omega} = 3{,}53 \text{ A}$$

c) Pentru puteri vom folosi relațiile în funcție de intensitatea efectivă :

$$P = RI_{ef}^2 = 448{,}59 \text{ W}$$

$$Q = X_L \cdot I_{ef}^2 = 241{,}11 \text{ VAR}$$

$$S = I_{ef}^2 \cdot Z = 510{,}12 \text{ VA}$$

Observație : Se puteau folosi și

$$P = U_{ef} \cdot I_{ef} \cos\varphi, \text{ cu } \cos\varphi = \frac{R}{Z}$$

$$Q = U_{ef} \cdot I_{ef} \sin\varphi, \text{ cu } \sin\varphi = \frac{X_L}{Z}$$

$$S = U_{ef} \cdot I_{ef}$$

4. Să se deducă :

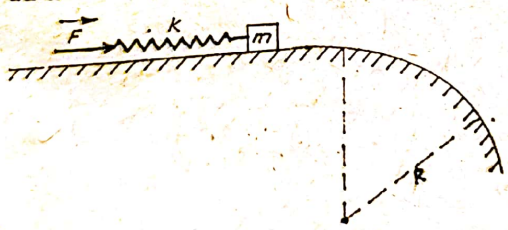
a. Expresiile vitezei liniare și accelerației centripete în mișcarea circulară uniformă ;
b. variația cu temperatura și presiunea a densității unui gaz perfect :
c. perioada de rotație a unei particule încărcate electric într-un cîmp magnetic uniform.

5. Să se scrie, indicînd semnificațiile fizice ale mărimilor care intervin :

a. legea lui Hooke ;
b. formula fundamentală a teoriei cinetico-moleculare a gazelor ;
c. definiția și expresia factorului de supratensiune (calitate) în curent alternativ, monofazat pentru circuitul serie RLC.

Probă dată la învățămîntul superior tehnic, la **profiluri** ca : GEOLOGIE, INDUSTRIALIZAREA, LEMNULUI, TEHNOLOGIA ȘI CHIMIA TEXTILELOR — ingineri zi și seral.

1. De un corp de masă $m=2$ kg, aflat inițial în repaus pe o suprafață orizontală, este legat un resort elastic de constantă $K=40$ N/m. Asupra capătului liber al resortului se aplică o forță F cu sensul spre corp (V. figura). Pentru a scoate corpul din repaus este necesar ca resortul să fie comprimat cu cel puțin $x_m = 5$ cm. Aplicînd o forță F constantă, astfel încît — pe întreaga durată a mișcării corpului pînă la racordul suprafeței plane cu o trambulină avînd raza de curbură $R = 84{,}12$ cm — resortul să fie comprimat cu $x = 0{,}1$ m, se imprimă corpului o mișcare uniform accelerată pe distanța $D = 50$ m pînă la trambulină, cînd acțiunea forței F încetează. Să se determine :



a) coeficientul de frecare dintre corp și suprafața orizontală ;
b) viteza corpului la intrarea pe trambulină ;
c) lungimea traseului parcurs de corp pe trambulină pînă la desprinderea sa. (Se neglijează frecarea corpului cu trambulina. Se va lua $g = 9{,}8$ m/s^2).

Soluție :

a) Pentru a scoate corpul din repaus este necesar ca $F_{el} = F_{fr}$

$$Kx_m = \mu mg \rightarrow \mu = \frac{Kx_m}{mg} = \frac{40 \text{ N/m} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot \text{m}}{2\text{kg} \cdot 9{,}8 \text{ m/s}^2} = 0{,}102$$

b) În cazul cînd corpul are o mișcare uniform accelerată :

$$F_{el} - F_{fr} = m \cdot a \mid Kx - \mu mg = ma \mid Kx - \frac{Kx_m}{mg} \cdot mg = ma$$

$$a = \frac{K(x - x_m)}{m} = \frac{40 \text{ N/m } (0{,}1 - 0{,}05) \text{ m}}{2 \text{ kg}} = 1 \text{ m/s}^2$$

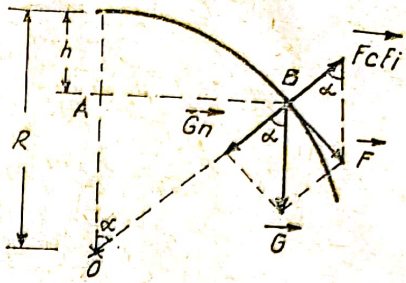
Scanned with OKEN Scanner

Viteza corpului rezultă din ecuația lui Galilei:

$$v = \sqrt{2aD} = \sqrt{2 \cdot 1\ \text{m/s}^2 \cdot 50\ \text{m}} = 10\ \text{m/s}.$$

c) Condiția pentru desprinderea corpului este:

$$F_{cf} \geqslant G_n \qquad (1)$$



care apare și din:

$$\cos\alpha = \frac{F_{cf}}{G} = \frac{G_n}{G}$$

(unde $R = F_{cf} + G$ este tangent la suprafață, în secțiune circulară).

Din conservarea energiei

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = \frac{mv_1^2}{2} \text{ rezultă } v_1^2 = v^2 + 2gh$$

$$\cos\alpha = \frac{R-h}{R} \text{ (din } \Delta OAB) \rightarrow h = R(1-\cos\alpha)$$

condiția (1). la limită, devine

$\frac{mv_1^2}{R} = mg\cos\alpha$, în care făcînd înlocuirile cu mărimile determinate, obținem:

$$\frac{v^2 + 2gh}{R} = g\cos\alpha$$

$$\frac{v^2 + 2gR(1-\cos\alpha)}{R} = g\cos\alpha$$

$$\cos\alpha = \frac{\frac{v^2}{R} + 2g}{3g} = \frac{v^2}{3Rg} + \frac{2}{3} = \frac{100\ \text{m}^2/\text{s}^2}{3 \cdot 84{,}12\ \text{m} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2} + \frac{2}{3} = 0{,}7071$$

deci $\alpha = 45°$.

iar lungimea parcursă pe trambulină va fi: $l = \frac{2\pi R}{8} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 14 \cdot 84{,}12\ \text{m}}{8} = 66{,}0342\text{m}.$

2. Un mol de hidrogen, aflat inițial în starea A, caracterizată de parametrii $p_A = 4{,}155 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$, $V_A = 2 \cdot 10^{-2}\text{m}^3$ ajunge, printr-o destindere izotermă în starea B în care volumul gazului este $V_B = 4 \cdot 10^{-2}\text{m}^3$, după care, printr-o comprimare izobară BC, revine la volumul inițial ($V_C = V_A$). Să se determine:

a) temperaturile și presiunile corespunzînd stărilor A, B și C;

b) lucrul mecanic efectuat și căldura schimbată de gaz cu exteriorul în comprimarea izobară BC.

c) randamentul motorului termic care funcționează după $ABCA$. (Se dau $C_p = \frac{7}{2}R$, $R = 8310\ \text{J/kmol} \cdot \text{K}$, $\ln 2 = 0{,}693$).

Soluție:

a) Din ecuația Clapeyron-Mendeleev scrisă pentru starea A obținem:

$$p_A V_A = \nu R T_A \rightarrow$$

$$T_A = \frac{p_A V_A}{\nu R} = \frac{4{,}155 \cdot 10^5\ \text{N/m}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot \text{m}^3}{10^{-3}\ \text{kmol} \cdot 8310\ \text{J/kmol} \cdot \text{K}} = 1000\ \text{K}$$

Scanned with OKEN Scanner

cunoscînd $p_A = 4{,}155 \cdot 10^5$ N/m²

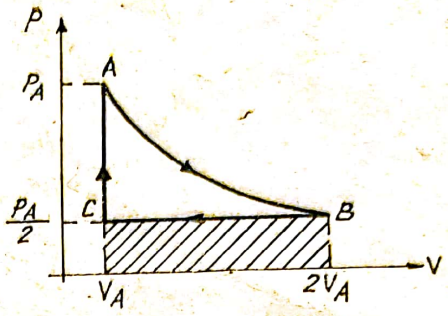
Pentru starea B:

$$T_B = T_A = 1000 \text{ K},$$

iar din legea transformării izoterme

$$p_A V_A = p_B V_B \rightarrow p_B = \frac{p_A V_A}{V_B} =$$

$$\frac{4{,}155 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 2{,}10^{-2}\text{m}^3}{4 \cdot 10^{-2}\text{ m}^3} = 2{,}0775 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$



$\left(\text{Se observă că } V_B = 2\,V_A, \text{ iar } p_B = \frac{p_A}{2}\right)$

Pentru starea C:

$$p_C = p_B = \frac{p_A}{2} = 2{,}0775 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

iar din legea transformării izobare

$$\frac{V_B}{T_B} = \frac{V_C}{T_C} \rightarrow T_c = \frac{T_B \cdot V_C}{V_B} = \frac{T_A \cdot V_A}{2\,V_A} = \frac{T_A}{2} = 500 \text{ K}$$

(Se poate verifica dacă pentru starea C este respectată ecuația $p_C V_C = \nu R T_C$).

b) Lucrul mecanic poate fi calculat

$L = p\,\Delta V = \nu R \Delta T$ (sau aria dreptunghiului format de izobara BC și axa volumului, dar cu semn negativ, datorită orientării invers acelor de ceasornic)

$$L_{BC} = \frac{p_A}{2}(V_C - V_B) = -\frac{p_A V_A}{2} = -\frac{4{,}155 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-2}\text{m}^3}{2} = -4{,}155 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Cantitatea de căldură schimbată pe BC este

$$Q_{BC} = \nu C_p (T_C - T_B) = \nu \frac{7}{2} R\left(-\frac{T_A}{2}\right) = -\frac{7}{4} p_A V_A = -14{,}5425 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Se poate verifica dacă se obține egalitatea:

$\Delta U_{AB} = \nu C_V (T_C - T_B)$ cu $\Delta U_{AB} = Q - L$ și care literar dau $\Delta U_{AB} = -\frac{5}{4} p_A V_A$

c) Randamentul este:

$$\eta = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}$$

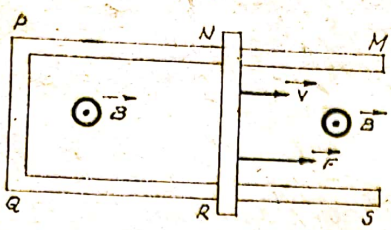
unde $|Q_2| = |Q_{BC}| = \frac{7}{4} p_A V_A$

iar $Q_1 = Q_{CA} + Q_{AB} = \nu C_V (T_A - T_B) + \nu R T_A \ln \frac{V_B}{V_A} = \nu \frac{5}{2} R \frac{T_A}{2} + \nu R T_A \ln 2 =$

$$= \frac{5}{4} p_A V_A + p_A V_A \ln 2 = 1 - \frac{\frac{7}{4} p_A V_A}{\frac{5}{4} p_A V_A + p_A V_A \ln 2} = \frac{4 \ln 2 - 2}{5 + 4 \ln 2} = 0{,}0993 = 9{,}93\%$$

3. Pe cadrul metalic orizontal $MPQS$ din figură, se deplasează cu viteză constantă $v = 2$ m/s conductorul NR, confecționat din aceleași bare metalice de rezistivitate $\rho = 1{,}7 \cdot 10^{-8}$ Ωm,

Scanned with OKEN Scanner



densitate $\rho_m = 8900\ kgm^{-3}$ și secțiune $S = 1\ cm^2$, ca și cadrul. Știind că $PQ = NR = 1$ m, să se determine :

a) valoarea și sensul tensiunii electromotoare induse în conductor în prezența unui cîmp magnetic uniform, a cărei inducție $B = 10$ mT, are direcția verticală și sensul indicat în figură ;

b) intensitatea curentului prin conductor, atunci cînd $PN = QR = 1{,}5$ m ;

c) coeficientul de frecare între conductorul NR și cadru, știind că, pentru a asigura deplasarea conductorului cu viteza indicată, trebuie acționat asupra acestuia cu o forță exterioară, în sensul mișcării, a cărei valoare — atunci cînd $PN = QR = 1{,}5$ m — este $F = 1{,}4$ N (Se va lua $g = 9{,}8\ m/s^2$).

Soluție :

a) Valoarea tensiunii electromotoare induse este :
$e = Blv = 10 \cdot 10^{-3}\,T \cdot 1m \cdot 2\ m/s = 20 \cdot 10^{-3}$ V unde s-a notat cu e : $PQ = NR$.
Sensul I, e, m, induse determinabil cu regula mîinii drepte, este de la N la R.

b) Intensitatea curentului prin conductor este

$$I = \frac{e}{R}$$

unde $R = \rho \frac{l_1}{S} = 1{,}7 \cdot 10^{-8}\Omega \cdot m \cdot \frac{5m}{10^{-4}\ m^2} = 8{,}5 \cdot 10^{-4}\ \Omega$

cu $l_1 = 2\ PQ + 2\ PN = 2 \cdot 2{,}5\ m = 5$ m,

$$\text{iar } I = \frac{20 \cdot 10^{-3}\ V}{8{,}5 \cdot 10^{-4}\ \Omega} = 23{,}529\ A \approx 23{,}53\ A$$

c) Prezența conductorului, parcurs de curentul indus, în cîmp magnetic, determină apariția forței electromagnetice :

$$F_{e.m.} = B \cdot I \cdot l = 10 \cdot 10^{-3}\ T \cdot 23 \cdot 53\ A \cdot 1\ m = 0{,}2353\ N$$

care are sensul (cu regula mîinii drepte) de la N la P. Dacă viteza rămîne constantă, atunci :

$$F = F_{e.m.} - F_f = 0$$

sau $F = F_{e.m.} + \mu mg = F_{e.m.} + \mu \cdot \rho_m lSg$

de unde :

$$\mu = \frac{F - F_{e.m.}}{\rho_m lSg} = \frac{(1{,}4 - 0{,}2353)\ N}{8900\ kg/m^3 \cdot 1m \cdot 10^{-4}m^2 \cdot 9{,}8\ m/s^2} = 0{,}1335$$

4. Să se deducă :
a. legea (ecuația) lui Bernoulli a dinamicii fluidelor.
b. randamentul motorului termic care funcționează după un ciclu Carnot reversibil :
c. expresiile impedanțelor circuitelor RLC serie, respectiv derivație, de curent alternativ.
5. Să se enunțe și se să scrie, indicînd denumirile mărimilor care intervin :
a. legea lui Newton a atracției universale :
b. legile transformărilor termodinamice elementare : izotermă, izobară, respectiv izocoră.
c. legile lui Faraday ale electrolizei.

prof. VALENTINA CIORĂSCU, prof. ION TITUS PERȘOIU, prof. GHEORGHE SIMA

I. P. Informația c. 2815

Index 43460

1 Leu

SUPLIMENT AL REVISTEI
DE FIZICĂ ȘI CHIMIE

Nr. 1 ianuarie 1987

SUBIECTE DATE LA CONCURSUL DE ADMITERE ÎN ÎVĂȚĂMÎNTUL SUPERIOR — SESIUNE IULIE 1986

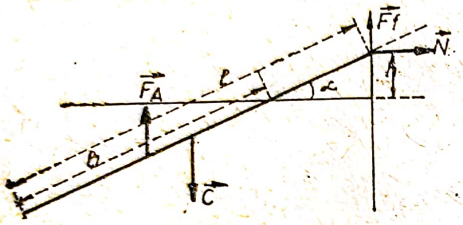
PROFILUL: FIZICĂ

Specializările: Fizică, Fizică tehnologică, învățămînt de zi și seral.

Disciplina de concurs: Fizică I (mecanică, fizică moleculară și căldură).

Să se rezolve problemele:

1. Un vas conține un lichid cu densitatea $\rho_0 = 1000$ kg/m³. Pe marginea superioară a vasului se sprijină liber, cu capătul superior, o tijă subțire, omogenă și uniformă, de lungime $l = 1$ m și densitate $\rho = 910$ kg/m³, capătul inferior al tijei fiind cufundat în lichid. Capătul superior al tijei se află la înălțimea $h = 0{,}15$ m față de nivelul lichidului. Să se determine:



a) lungimea porțiunii de tijă cufundată în lichid;

b) unghiul pe care îl face tija cu suprafața lichidului;

c) coeficientul de frecare la alunecare minim dintre tijă și marginea vasului pentru ca tija să nu alunece.

Soluție:

a) Pentru ca tija să fie în echilibru este necesar ca momentul total în raport cu punctul A să fie nul, adică

$$\vec{\mathcal{M}}_{\vec{G}} + \vec{\mathcal{M}}_{\vec{F}_A} = 0$$

sau

$$G \cdot \frac{l}{2} \cos\alpha = F_A \left(1 - \frac{l_1}{2}\right) \cos\alpha$$

$$\rho \cdot l \cdot S g \cdot \frac{l}{2} = \rho_0 l_1 S g \left(l - \frac{l_1}{2}\right)$$

relația care conduce la ecuația:

$$\rho_0 \frac{l_1^2}{2} - \rho_0 l l_1 + \frac{\rho l^2}{2} = 0$$

cu soluția:

$$l_1 = \frac{\rho_0 l \pm \sqrt{\rho_0^2 l^2 - 4 \frac{\rho_0}{2} \frac{\rho^3 l}{2}}}{2 \frac{\rho_0}{2}} = l \left(1 - \sqrt{1 - \frac{\rho_0}{\rho}}\right) =$$

$$= 1 \text{ m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{910 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}}\right) = 0{,}7 \text{ m}$$

b) $\sin\alpha = \dfrac{h}{l - l_1} = \dfrac{h}{1 \sqrt{1 - \frac{\rho_0}{\rho}}} = \dfrac{0{,}15 \text{ m}}{1 \text{ m} \sqrt{1 - \frac{910 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}}} = 0{,}5$, deci

$$\alpha = 30°.$$

c) $\operatorname{tg}\alpha = \dfrac{F_f}{N}$,

de unde

$$F_f = N \cdot \operatorname{tg} \alpha = \mu \cdot N$$

Deci

$$\mu = \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} 30^\circ = 0{,}577.$$

(la fel ca și la planul înclinat)

2. Un vagon cu masa $m_1 = 10$ t se deplasează pe o cale ferată orizontală și liniară cu viteza $v_0 = 10$ m/s. După un timp $t = 10$ s el se ciocnește și se cuplează (ciocnire plastică) cu un al doilea vagon de masă $m_2 = 20$ t aflat în repaus. În timpul mișcării atît cît și după ciocnire, asupra fiecărui vagon acționează o forță de rezistență cu a $n = 100$ parte din greutatea respectivului vagon. Să se determine :

a) viteza primului vagon înainte de ciocnire

b) viteza vagoanelor cuplate, imediat după ciocnire ;

c) căldura degajată prin ciocnire ;

d) timpul și distanța pînă la oprirea vagoanelor cuplate (se dă $g = 10$ m/s²).

Soluție :

a) Forța rezistentă va determina o mișcare rectilinie uniform încetinită cu accelerația

$$|a| = \frac{F_r}{m_1} = \frac{\frac{1}{n} m \cdot g}{m_1} = \frac{1}{n} g = 0{,}1 \text{ m/s}^2$$

Din ecuația vitezei putem calcula viteza primului vagon înainte de ciocnire

$$v_1 = v_0 - |a| \cdot t = 10 \text{ m/s} - 0{,}1 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ s} = 9 \text{ m/s}$$

b) Ținînd cont că la ciocnirea plastică se conservă impulsul viteza vagoanelor cuplate, imediat după ciocnire va rezulta din :

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v$$

$$v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{10 \cdot 10^3 \text{kg} \cdot 9 \text{ m/s}}{30 \cdot 10^3 \text{kg}} = 3 \text{ m/s}.$$

c) La ciocnirea plastică căldura degajată este :

$$Q = -\Delta E_c = \frac{m_1 v_1^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2) v^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} -$$

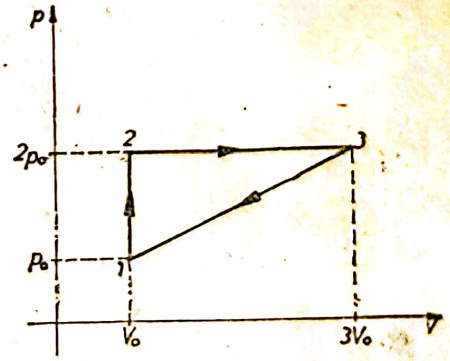
$$- \frac{(m_1 + m_2) m_1^2 v_1^2}{2 (m_1 + m_2)^2} = \frac{m_1 m_2 v_1^2}{2(m_1 + m_2)} =$$

$$= \frac{10 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 20 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 81 \text{ m}^2/\text{s}^2}{2 \cdot 30 \cdot 10^3 \text{kg}} = 270 \cdot 10^3 \text{ J}$$

d) După cuplare vagoanele vor avea tot o mișcare rectilinie uniform încetinită tot cu accelerația : $a) = -\frac{1}{n} g$

$$t_{\text{oprire}} = \frac{v}{|a|} = \frac{v \cdot n}{g} = 30s$$

$$s_{\text{oprire}} = \frac{v^2}{2|a|} = \frac{v^2 n}{2g} = 45 \text{ m}$$



N.A. Această problemă se află în manualul de Fizică pentru clasa a IX-a pagina 170, cu numărul 27.

3. Un motor termic, avînd ca substanță de lucru un gaz ideal, funcționînd după un ciclu ca acela din figura de mai sus.

În starea inițială 1 gazul ideal ocupă volumul $V_0 = 2$ dm³, la presiunea $p_0 = 100$ kPa. Să se determine :

a) lucrul mecanic, căldura și variația energiei interne în transformările 1—2, 2—3, 3—1 ;

b) randamentul ciclului. (se dă căldura molară la volum constant a gazului ideal $C_v = \frac{5}{2} R$).

Scanned with OKEN Scanner

Soluție:

a) Pentru cele trei stări ale gazului parametrii de stare sînt:

starea 1: $V_0, p_0, T_0 = T_1$

starea 2: $V_0, 2p_0, 2T_0 = T_2$

starea 3: $3V_0, 2p_0, 6T_0 = T_3$

Ecuația Clapeyron — Mendeleev pentru starea inițială este:

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

În cazul transformării 1—2 avem:

$$L_{12} = 0.$$

$$Q_{12} = \nu C_v (T_2 - T_1) = \nu C_v T_0 = \nu \frac{5}{2} \cdot TR_0 =$$

$$= \frac{5}{2} p_0 V_0 = \frac{5}{2} \cdot 100 \cdot 10^3 \frac{N}{m^2} \cdot 2 \cdot 10^{-3} m^3 = 500 \text{ J}$$

$$\Delta U_{12} = \nu C_v (T_2 - T_1) = Q = \frac{5}{2} p_0 V_0 = 500 \text{ J}$$

Pentru transformarea 2—3 avem:

$$L_{23} = 2p_0 (V_3 - V_2) = 2p_0 \cdot 2 V_0 = 4 p_0 V_0 = 4 \cdot 100 \cdot 10^3 \frac{N}{m^2} \cdot$$

$$\cdot 2 \cdot 10^{-3} m^3 = 800 \text{ J}$$

$$Q_{23} = \nu C_p (T_3 - T_2) = \nu (C_v + R) \cdot 4 T_0 =$$

$$= \frac{7}{2} \cdot 4 p_0 V_0 = 2800 \text{ J}$$

$$\Delta U_{23} = \nu C_v (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \cdot 4 p_0 V_0 = 2000 \text{ J}$$

În transformarea 3—1 avem:

$$L_{31} = - \text{ aria trapezului } (1,3,3V_0, V_0) = \frac{p_0 + 2p_0}{2} \cdot (3V_0 - V_0) =$$

$$= -3 p_0 V_0 = -600 \text{ J}$$

(semnul — apare datorită sensului, invers acelor de ceasornic, în care se desfășoară pe ciclu procesul 3—1).

$$\Delta U_{31} = \nu C_v (T_1 - T_3) = -\frac{25}{2} p_0 V_0 = -2500 \text{ J}$$

$$Q_{31} = U_{31} + L_{31} = -\frac{31}{2} p_0 V_0 = -3100 \text{ J}$$

(semnul — arată că Q_{31} este cedată)

$$\text{b) } \eta = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1} = 1 - \frac{|Q_{31}|}{Q_{12} + Q_{23}} = 1 - \frac{\frac{31}{2} p_0 V_0}{\frac{5}{2} p_0 V_0 + 14 p_0 V_0} =$$

$$= 1 - \frac{31}{33} = \frac{2}{33} = 6{,}06\,\%$$

Se poate calcula randamentul și prin:

$$\eta = \frac{L}{Q_1} = \frac{L}{Q_{12} + Q_{23}}$$

unde L se poate calcula fie prin:

$$L = L_{12} + L_{23} + L_{31} = p_0 V_0$$

fie ca arie a triunghiului 1, 2, 3.

Scanned with OKEN Scanner

$$\eta = \frac{p_0 V_0}{\frac{33}{2} p_0 V_0} = \frac{2}{33} = 6{,}06\,\%$$

4. Să se scrie, indicînd semnificația fizică a mărimilor:
a) Legea lui Hooke pentru întinderea unei bare;
b) viteza termică a moleculelor unui gaz perfect;
c) variația densității corpurilor cu temperatură.

5. a. Să se stabilească expresia accelerației centripete în mișcarea circulară uniformă.
b. Să se studieze izotermele lui Andrews.
c. Să se enunțe, în diverse formulări, legea lui Gay — Lussac.

Disciplina de concurs: *Fizică II (electricitate, optică, fizică atomică și nucleară).*

1. Un dispozitiv Young avînd distanța dintre fante $2\,l = 0{,}5$ mm și distanța de la planul fantelor la ecran $D = 1$ m se iluminează cu lumină albă. Considerînd că lungimile de undă extreme din spectrul vizibil sînt $\lambda_1 = 0{,}4$ μm, respectiv $\lambda_2 = 0{,}7$ μm, să se calculeze:

a) lungimile de undă ale radiațiilor care vor da minime într-un punct de pe ecran, situat la distanța $x = 3{,}5$ cm de franja centrală;

b) În calea unui fascicul, perpendicular pe el, se interpune o lamă de sticlă plan-paralelă de grosime $d = 13$ μm, a cărei indice de refracție variază cu lungimea de undă, conform relației $n = a + b/\lambda^2$.

Știind că pentru $\lambda_1 = 0{,}4$ μm indicele de refracție este $n_1 = 1{,}52$, iar pentru $\lambda_2 = 0{,}7$ μm, $n_2 = 1{,}5$, să se calculeze la ce distanță față de poziția frajei centrale de ordin zero, de la punctul precedent, se va forma franja centrală pentru radiația cu $\lambda = 0{,}6$ μm.

Soluție:

a) Condiția de minim la interferență este:

$$\delta = (2K + 1)\frac{\lambda}{2} = \frac{2\,lx}{D} \quad (1),$$

relație din care obținem:

$$K = \frac{2\,lx}{D\lambda} - \frac{\lambda}{2}$$

Dar cum λ este definit pe domeniul $0{,}4\ \mu m \leqslant \lambda \leqslant 0{,}7\ \mu m$, rezultă pentru K: $K_1 = 43{,}25$ respectiv $K_2 = 24{,}5$, deci K trebuie să ia ca valori numerele întregi cuprinse în intervalul $24{,}5 \leqslant K \leqslant 43{,}25$, adică 25, 26,..., 43 care ne vor da valorile lungimilor de undă ale radiațiilor prin substituția în relația

$\lambda = \dfrac{2 \cdot 2l\,x}{(2K + 1)\,D}$, obținută tot din (1)

avînd ca valori extreme

$$\lambda' = 0{,}686 \cdot 10^{-6}\text{m} \quad (\text{pentru } K' = 25)$$

$$\lambda'' = 0{,}402 \cdot 10^{-6}\text{ m} \quad (\text{pentru } K'' = 43)$$

b) Pentru calculul indicelui de refracție al lamei, corespunzător lui λ, se rezolvă sistemul:

$$n_1 = a + \frac{b}{\lambda_1^2}$$

$$n_2 = a + \frac{b}{\lambda_2^2}$$

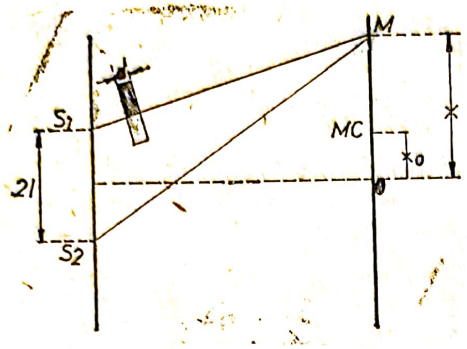
din care se obțin:

$$a = \frac{n_2 \lambda_2^2 - x_1 \lambda_1^2}{\lambda_2^2 - \lambda_1^2} \quad \text{și} \quad b = \frac{\lambda_1^2 \lambda_2^2 (n_1 - n_2)}{\lambda_2^2 - \lambda_1^2}$$

Scanned with OKEN Scanner

și care ne dau pe n:

$$n = \frac{1}{\lambda_2^2 - \lambda_1^2}\left[n_2 \lambda_2^2 - n_1 \lambda_1^2 - \frac{(n_1 - n_2)\lambda_1^2 \lambda_2^2}{\lambda^2} \right]$$



a cărui valoare este $n = 1{,}5035$

Introducerea lamei de sticlă în dreptul fantei S_1 duce la o creștere cu $(n-1)\,d$ a drumului optic parcurs de raza $S_1 M$. Diferența de drum dintre razele de lumină ce interferă pe ecran în punctul M va fi:

$$\Delta = S_2M - [S_1M + d(n-1)] = S_2M - S_1M - d(n-1),$$

dar

$$S_2M - S_1M = \delta = \frac{2lx}{D}$$

și atunci

$$\Delta = \frac{2lx}{D} - d(n-1)$$

Maximul central se obține pe ecran în punctul MC corespunzător lui $\Delta = 0$.

$$\frac{2lx_0}{D} - d(n-1) = 0,$$

iar

$$x_0 = \frac{D\,d\,(n-1)}{2l} = \frac{1\text{m} \cdot 13 \cdot 10^{-6}\,\text{m} \cdot 0{,}5035}{0{,}5 \cdot 10^{-3}\,\text{m}} = 13{,}091 \cdot 10^{-3}\,\text{m} = 13{,}091\ \text{mm}.$$

deplasarea a maximului central în sensul fantei acoperită de lamă.

2. Se consideră circuitul electric din figură, în care tensiunea electromotoare a sursei $E_1 = 2\text{V}$, iar rezistorii au rezistențele $R_1 = R_3 = 1\Omega$, $R_2 = R_4 = 2\Omega$. Puterea disipată pe R_4 este $P_4 = 2\text{W}$. Se cer:

a) intensitatea curentului prin fiecare rezistor;

b) tensiunea electromotoare a sursei E_2;

c) puterea furnizată de sursa E_1 circuitului. Rezistențele interne ale surselor sînt neglijabile.

Soluție:

a) Din puterea disipată pe R_4 se poate calcula I_4:

$$P_4 = I_4^2 R_4 \rightarrow I_4 = \sqrt{\frac{P_4}{R_4}} = 1\,\text{A}$$

Pe schimb format de R_4 și R_3 putem scrie:

$I_4 R_4 = I_3 R_3$ (aceeași tensiune între două puncte ale circuitului)

$$I_3 = \frac{I_4 R_4}{R_3} = 2\text{A}$$

$I' = I_3 + I_4 = 3A$ (legea I a lui Kirchhoff aplicată în nodul A).

Scriem legea a II-a lui Kirchhoff pentru ochiul format de E_1, R_2 și R_1

$$E_1 = I_1 R_1 - I_2 R_2 \qquad (1)$$

și egea I a lui Kirchhoff pentru nodul B

$$I' = I_1 + I_2 \qquad (2)$$

Din rezolvarea sistemului (1) și (2) rezultă:

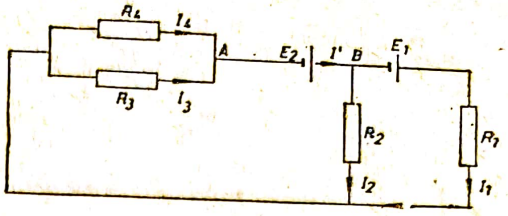
$$I_1 = \frac{8}{3}\,\text{A} \quad \text{și} \quad I_2 = \frac{1}{3}\,\text{A}$$

b) Putem scrie legea II-a a lui Kirchhoff pentru ochiul ce conține pe E_2, R_2, R_3 și R_4:

$$E_2 = I_2 R_2 + I' \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

Scanned with OKEN Scanner

(termenul $I' \dfrac{R_3R_4}{R_3+R_4} = I_3R_3 = I_4R_4$)



de unde obținem : $E_2 = \dfrac{8}{3}$ V.

c) Puterea furnizată de sursa E_1 este

$$P_{E_1} = E_1 \cdot I_1 = \frac{16}{3} \text{ W}$$

(Se poate verifica relația : $P_{E_1} + P_{E_2} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$, adică suma puterilor furnizate de cele două surse este egală cu suma puterilor consumate pe cele patru rezistoare).

3. Radiocobaltul $^{60}_{27}Co$ are timpul de înjumătățire $T_{1/2} = 5{,}3$ ani și se dezintegrează emițind o particulă β cu energia cinetică medie de 0,1 MeV și cîte doi fotoni gama cu energiile 1,17, respectiv 1,33 MeV.

a) Calculați căldura dezvoltată prin absorbția integrală a fotonilor și electronilor emiși de 2 g de radiocobalt timp de 10,6 ore.

b) Fotonii emiși extrag dintr-o foiță de Pb fotoelectroni. Să se calculeze viteza acestora, știind că energia de legătură a electronilor în plumb este de 88 KeV.

(Se dau : $N_A = 6{,}023 \cdot 10^{26} \text{kmol}^{-1}$; $c = 3 \cdot 10^8$ m/s ; $m_0 = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg ; $1\text{eV} = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ J ; $\ln 2 = 0{,}693$)

Soluție :

a) Numărul nucleelor inițiale este :

$$N_0 = \frac{mN_A}{A} = \frac{2 \cdot 10^{-3}\text{kg} \cdot 6{,}023 \cdot 10^{26}\,\text{Kmol}^{-1}}{60 \text{ kg}} = 0{,}2 \cdot 10^{23} = 2 \cdot 10^{22}$$

Numărul nucleelor dezintegrate în timpul $t = 10{,}6$ ore va fi ; $\Delta N = N_0 - N$, unde N reprezintă numărul de radionuclee rămase în stare nedezintegrată și care se obțin din legea dezintegrării radioactive

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0(1 - \lambda t)$$

(s-a ținut cont de dezvoltarea în serie a lui

$e^x = 1 + \dfrac{x}{1!} + \dfrac{x^2}{2!} + \ldots + \dfrac{x^n}{n!} + \ldots$, luîndu-se în calcul numai primii doi termeni)

Deci $\Delta N = N_0 - N_0(1 - \lambda t) = N_0 \lambda t = N_0 \dfrac{\ln^2}{T_{1/2}} \cdot t$

$\left(\text{ținînd cont că } T_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{\lambda}\right)$

și care are valoarea

$$\Delta N = \frac{2 \cdot 10^{22} \cdot 0{,}693 \cdot 10{,}6 \text{ ore}}{5{,}3 \cdot 365 \cdot 24 \text{ ore}} = 3{,}16 \cdot 10^{18}$$

Fiecare nucleu produce un electron și doi fotoni, deci o energie

$$W_1 = 0{,}1 \text{ MeV} + 1{,}17 \text{ MeV} + 1{,}33 \text{ MeV} = 2{,}6 \text{ MeV} =$$
$$= 2{,}6 \cdot 10^6 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\text{J} = 4{,}16 \cdot 10^{-13} \text{ J}.$$

Căldura produsă de toate nucleele dezintegrate este :

$$Q = \Delta N \cdot W_1 = 3{,}16 \cdot 10^{18} \cdot 4{,}16 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 13{,}14 \cdot 10^5 \text{ J}$$

b) Energia de repaus a electronului este

$$E_0 = m_0c^2 = 9{,}1 \cdot 10^{-31}\text{kg} \cdot 9 \cdot 10^{16}\,\text{m}^2/\text{s}^2 = 81{,}9 \cdot 10^{-15}\text{J} =$$
$$= 51{,}1875 \cdot 10^4 \text{ eV} \simeq 0{,}51 \text{ MeV}$$, deci emisia electronilor trebuie tratată relativist :

$$\varepsilon = L + E_0\left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1\right)$$

unde $\beta = \dfrac{v}{c}$, iar L – energia de legătură, de unde se obține

Scanned with OKEN Scanner

$$1 - \beta^2 = \left(\frac{E_0}{\varepsilon - L + E_0} \right)^2$$

$$\text{și } \beta = \sqrt{1 - \left(\frac{E_0}{\varepsilon - L + E_0} \right)^2}$$

Pentru cele două valori ale energiei fotonilor $\varepsilon_1 = 1{,}17$ MeV și $\varepsilon_2 = 1{,}33$ MeV vom obține

$$\beta_1 = \sqrt{1 - \left[\frac{0{,}51 \text{ MeV}}{(1{,}17 - 0{,}088 + 0{,}51) \text{ MeV}} \right]^2} = 0{,}947$$

$$\beta_2 = \sqrt{1 - \left[\frac{0{,}51 \text{ MeV}}{(1{,}33 - 0{,}088 + 0{,}51) \text{ MeV}} \right]^2} = 0{,}956$$

iar vitezele vor fi :

$$v_1 = \beta_1 c = 2{,}841 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

și

$$v_2 = \beta_2 c = 2{,}868 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

4. Scrieți, indicînd semnificația fizică a termenilor care intervin :
a. parametrii triodei
b. condiția de cuantificare a momentului magnetic în modelul atomic al lui Bohr.
c. forța de interacțiune electromagnetică între doi conductori liniari, paraleli și infiniți, parcurși de curenți electrici continui.

5. Tratați subiectele :
a. efectul Compton,
b. autoinducția, inductanța unui circuit.

Disciplina de concurs : FIZICĂ (MECANICĂ, ELECTRICITATE). Probă dată la învățămîntul superior, la profiluri ca : MATEMATICĂ-FIZICĂ — ÎNVĂȚĂMÎNT DE ZI, 3 ANI —, GEODEZIE, MINE, PETROL, CONSTRUCȚII S.A. — SUBINGINERI — SERAL.

1. Un corp cu masa $m = 1$ kg efectuează o mișcare oscilatorie, armonică, descrisă de ecuația $y = 0{,}1 \sin \left(2\pi t + \frac{\pi}{4} \right)$ (m).

Să se determine :
a. valorile maxime ale vitezei și accelerației corpului în cursul oscilației ;
b. durata în care corpul se deplasează în sensul pozitiv al axei Oy, din poziția de elongație $y_1 = \frac{A}{2}$ pînă în poziția de elongație $y_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} A$,
unde A este amplitudinea oscilației ;
c. energia cinetică, respectiv energia potențială elastică a corpului, în poziția corespunzătoare elongației y_2.

Soluție :

a. Din ecuația vitezei $v = \frac{dy}{dt} = \omega A \cos(\omega t + \varphi)$ rezultă $v_{max} = \omega A = 2 \cdot 3 \cdot 14 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 0{,}1 \text{ m} = 0{,}628$ m/s.

Din ecuația accelerației $a = \frac{dv}{dt} = -\omega^2 A \cdot \sin(\omega t + \varphi)$ rezultă $a_{max} = \omega^2 A = \left(2 \cdot 3{,}14 \frac{\text{r}}{\text{s}} \right)^2 \cdot 0{,}1 \text{ m} = 3{,}9438 \text{ m/s}^2$

Scanned with OKEN Scanner

b. Poziției $y_1 = \frac{A}{2}$ îi va corespunde momentul t_1:

$$y_1 = \frac{A}{2} = A \sin(\omega t_1 + \varphi) \rightarrow \sin(\omega t_1 + \varphi) = \frac{1}{2}$$

$$\omega t_1 + \varphi = \frac{\pi}{6} \Rightarrow t_1 = \frac{\frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{4}}{2\pi} = -\frac{1}{24}\text{ s}$$

(deci momentul t_1 este retardat față de $t_0 = 0$, cînd elongația este $y_0 = \frac{\sqrt{2}}{2} A > y_1$)

Momentul t_2 corespunzător poziției y_2, va fi

$$y_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} A = A \sin(\omega t_2 + \varphi) \rightarrow \sin(\omega t_2 + \varphi) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\omega t_2 + \varphi = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t_2 = \frac{\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{4}}{2\pi} = \frac{1}{24}\text{ s}$$

Deci: $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{1}{24}\text{ s} - \left(-\frac{1}{24}\right)\text{s} = \frac{1}{12}\text{ s} = 0.0833\text{ s}$

va reprezenta intervalul de timp necesar deplasării din poziția y_1 în poziția y_2.

(*Observație*: dacă se calculează t_1' considerînd

$\omega t_1' + \varphi = \frac{5\pi}{6} \rightarrow t_1' = \frac{\frac{5\pi}{6} - \frac{\pi}{4}}{2\pi} = \frac{7}{24}$ s, atunci se obține $\Delta t' = t_1' - t_2 = \frac{7}{24}\text{ s} - \frac{1}{24}\text{ s} =$

$= \frac{1}{4}\text{ s} = 0{,}25$ s ceea ce reprezintă intervalul de timp necesar pentru a ajunge de la y_2 la y_1 trecînd prin poziția extremă $y_{max} = A$).

c, $$E_c = \frac{mv^2}{2} = \frac{m\omega^2(A^2 - y_2^2)}{2} = \frac{m\omega^2\left(A^2 - \frac{3A^2}{4}\right)}{2} =$$

$$= \frac{1\text{ kg} \cdot 4\pi^2 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \cdot \frac{1}{4}(0{,}1\text{ m})^2}{2} = 0{,}04929$$

$$E_p = \frac{Ky^2}{2} = \frac{m\omega^2 y_2^2}{2} = \frac{1\text{ kg} \cdot 4\pi^2 \frac{\text{rad}^2}{\text{s}^2} \cdot \frac{3}{4}(0{,}1\text{ m})^2}{2} = 0{,}14789\text{ J}$$

S-a ținut cont că $v^2 = \omega^2(A^2 - y^2)$

Observație: Se poate verifica: $E_c + E_p = E_t = \frac{m\omega^2 A^2}{2}$

Prof. *TITUS PERȘOIU*, prof. *SIMA GHEORGHE*

I. P. Informația c. 2792

Index 43 460

Lei 1

SUPLIMENT LA REVISTA DE FIZICĂ ŞI CHIMIE

Nr. 3 martie/1987

SUBIECTE DATE LA CONCURSUL DE ADMITERE ÎN ÎNVĂŢĂMÎNTUL SUPERIOR IULIE — 1986

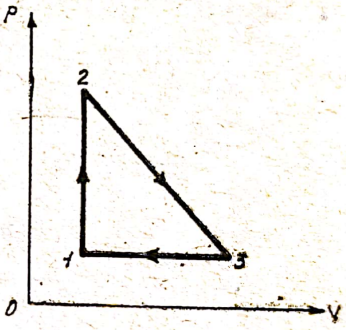
prof. ION TITUS PERŞOIU *, prof. GHEORGHE SIMA **

Profilul: CHIMIE

Specializările: *Tehnologie chimică anorganică, tehnologia chimică organică, tehnologia prelucrării petrolului şi petrochimiei; tehnologia compuşilor macromoleculari; tehnologia celulozei, hîrtiei şi fibrelor artificiale ş.a., ingineri — zi şi seral (cu excepţia Institutului Politehnic Bucureşti); chimie — fizică, universitar — zi şi seral.*

Disciplina de concurs: *Fizică (fizică moleculară şi căldură, electricitate).*

1. O masă $m = 0{,}4$ kg de heliu supusă ciclului din fig. în care 1 — 2 este o transformare izocoră, 3—1 o transformare izobară, iar transformarea 2—3 este reprezentată printr-o dreaptă.



Cunoscînd lucrul mecanic pe întreg ciclul $L = 1{,}247 \cdot 10^5$ J, densitatea gazului în starea 2, $\rho_2 = 0{,}08$ kg/m³, presiunea $p_3 = 2\,p_1$ şi volumul $V_3 = 2\,V_1$, se cer:

a. temperatura gazului în starea 1;
b. variaţia energiei interne în cursul transformării 2—3;
c. presiunea gazului în starea 2.

(*Se dau:* masa molară a heliului $\mu = 4$ kg/kmol; constanta gazelor perfecte $R = 8310$ J/kmol·K)

Soluţie:

a. Temperatura gazului în starea 1 poate fi obţinută din ecuaţia Mendeleev — Clapeyron:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{\mu} R T_1 \rightarrow T_1 \frac{\mu p_1 V_1}{mR}$$

relaţie în care nu cunoaştem produsul $p_1 V_1$.

Lucrul mecanic pe ciclu este egal cu aria ciclului, care în acest caz este:

$$L = \text{aria } 1,\ 2,\ 3,\ 1 = \frac{(p_2 - p_1)(V_3 - V_1)}{2} = \frac{p_1 V_1}{2}$$

de unde obţinem:

$$p_1 V_1 = 2L$$

şi atunci:

$$T_1 = \frac{\mu \cdot 2L}{mR} = \frac{2 \cdot 1{,}247 \cdot 10^5 \text{ J} \cdot 4 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}}{0{,}4 \text{ kg} \cdot 8310 \frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}} = 300{,}12 \simeq 300 \text{ K}$$

* Bucureşti
** Inspectoratul Şcolar al Judeţului Giurgiu

Scanned with OKEN Scanner

b. Heliul fiind gaz monoatomic: $U = \frac{3}{2}\nu RT$ deci:

$$\Delta U_{2,3} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\frac{m}{\mu}R(T_3 - T_2)$$

Din legea transformării izocore (Charles) pentru 1 – 2, obținem:

$$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1}; \qquad T_2 = \frac{p_2 T_1}{p_1} = 2\,T_1 \simeq 600\,\text{K},$$

iar din legea transformării izobare (Gay-Lussac) pentru 3 – 1, obținem:

$$\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_1}{T_1}; \qquad T_3 = \frac{V_3 T_1}{V_1} = 2\,T_1 \simeq 600\,\text{K}$$

Pentru că $T_2 = T_3$, rezultă $\Delta U_{2,3} = 0$

Observație: Putem calcula $\Delta U_{2,3} = \frac{3}{2}(p_3V_3 - p_2V_2)$ care dă tot zero.

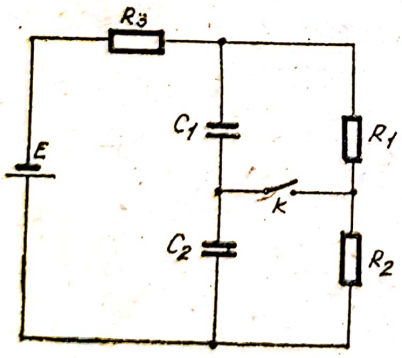
2. Folosind relația pentru densitatea gazului perfect:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\mu p}{RT}$$

putem calcula pe p_2:

$$p_2 = \frac{\rho_2 RT_2}{\mu} = \frac{0{,}08\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 8310\ \frac{\text{J}}{\text{kmol}\cdot\text{K}} \cdot 600\ \text{K}}{4\ \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}} = 99720\ \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \simeq 0{,}98\ \text{atm}$$

2. O sursă de tensiune electromotoare $E = 220$ V alimentează circuitul din figură în care se cunosc $C_1 = 1\,\mu\text{F}$, $C_2 = 3\,\mu\text{F}$, $R_1 = 100\,\Omega$, $R_2 = 80\,\Omega$ și și $R_3 = 20\,\Omega$. Să se calculeze:



a. sarcinile electrice de pe armăturile condensatorilor C_1 și C_2, atunci cînd comutatorul K este deschis;

b. sarcinile electrice de pe armăturile condensatorilor atunci cînd comutatorul K este închis;

c. energiile cîmpului electric dintre armăturile condensatorului C_1 în cele două cazuri.

Soluție:

a. În cazul cînd K este deschis, condensatorii C_1 și C_2 se găsesc în serie, deci $Q_1 = Q_2 = Q$, iar $U = U_1 + U_2$.

Aplicînd legea a II-a lui Kirchhoff ochiului de rețea ce conține sursa și rezistențele putem calcula intensitatea curentului:

$$I = \frac{E}{R_1 + (R_1 + R_3)}$$

iar tensiunea pe gruparea codensatorilor va fi egală cu tensiunea la capetele grupării R_1, R_2:

$$U = I(R_1 + R_2) = \frac{E_1 + (R_1 + R_2)}{R_1(R_1 + R_2)}$$

Scanned with OKEN Scanner

Cantitatea de sarcini va putea fi calculată prin :

$$Q = U \cdot C_{echiv.} = U \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{E(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3} \cdot \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} =$$

$$= \frac{220\ V \cdot 180\ \Omega}{200\ \Omega} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-12}\ F^2}{4 \cdot 10^{-6}\ F} = 148{,}5 \cdot 10^{-6}\ C$$

Observaţie : Relaţia de calcul pentru Q se putea obţine şi din $U = U_1 + U_2 = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2}$

b. Cînd K este închis

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_3}$$

iar tensiunile pentru cei doi condensatori vor fi :

$$U_1' = IR_1 \quad \text{şi} \quad U_2' = IR_2$$

iar sarcinile electrice :

$$Q_1' = C_1 U_1' = C_1 \cdot \frac{ER_1}{R_1 + R_2 + R_3}$$

şi

$$Q_2' = C_2 U_2' = C_2 \frac{ER_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

care, prin efectuarea calculelor numerice, vor avea valorile :

$$Q_1' = 110 \cdot 10^{-6} C \quad \text{şi} \quad Q_2' = 264 \cdot 10^{-6} C$$

2. Pentru K deschis, energia cîmpului electric dintre armăturile condensatorului C_1 va fi :

$$W = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_1} = \frac{1}{2} \frac{U^2 C_1^2 C_2^2}{C_1 (C_1 + C_2)^2} = 11{,}026 \cdot 10^{-3}\ J$$

iar pentru K închis

$$W' = \frac{1}{2} C_1 U_1'^2 = 6{,}05 \cdot 10^{-3}\ J$$

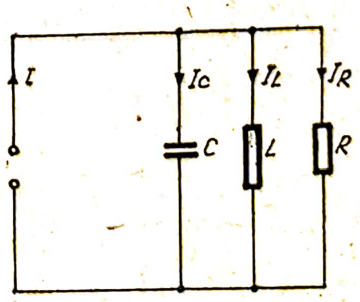
Notă : Se pot consulta problema E.98 din „Culegere de probleme de fizică pentru liceu" editată de Societatea de ştiinţe fizice şi chimice din R.S.R. şi problema E.34 din „Probleme de fizică pentru liceu" de Oliviu Gherman, Eugen Magyari, Laszlo Méder, Lucian Sabin, Liviu Tătar şi Florea Uliu.

3. La bornele circuitului din figură, în care $R = 10\ \Omega$, $L = \frac{1}{10\pi}$ H şi $C = \frac{10^{-3}}{2\pi}$ F se aplică o tensiune alternativă cu valoarea eficace $U = 220$ V şi frecvenţa $\nu = 50$ Hz. Se cer :

a. intensităţile curenţilor din circuit şi diagrama fazorială ;

b. impedanţa circuitului şi defazajul dintre curent şi tensiune la bornele circuitului ;

c. modificînd frecvenţa sursei, pentru ce valoare ν_1 a frecvenţei s-ar obţine intensitatea minimă şi care ar fi valoarea acesteia.



Soluție.

a. Din aplicarea legii a II-a a lui Krchhoff pentru ochiurile de rețea ce conțin sursa și fiecare din componentele grupării obținem:

$$I_C = \frac{U}{X_C} = \frac{U}{\frac{1}{2\pi\nu C}} = 2\pi\nu C \cdot U = 11\ \text{A}$$

$$I_L = \frac{U}{X_L} \frac{U}{2\pi\nu L} = 22\ \text{A}$$

$$I_R = \frac{U}{R} = 22\ \text{A}$$

și ținînd cont că pentru gruparea paralel RLC: $\overline{I} = \overline{I}_R + \overline{I}_C + \overline{I}_L$ avem $I = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2} = 11\sqrt{5}\ \text{A} = 24{,}596\ \text{A}$

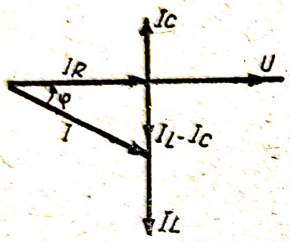


Diagrama fazorială va fi cea din figură, avîndu-se în vedere că $I_L > I_C$.

b. Pentru calculul impedanței se va folosi formula:

$$Z_p = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2}} =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(2\pi\nu C - \frac{1}{2\pi\nu L}\right)^2}} = \frac{20}{\sqrt{5}}\ \Omega = 8{,}944\ \Omega$$

(Se poate verifica dacă pentru I obținem aceeași valoare și din $I = \frac{U}{Z_p}$)

Calculul defazajului dintre curent și tensiune se face prin:

$$\text{tg}\,\varphi = \frac{I_C - I_L}{I_R} = -\frac{1}{2}$$

deci tensiunea este defazată înaintea intensității cu

$$\varphi = \text{arc tg}\,\frac{1}{2} = 26°33'54''$$

(Se poate calcula defazajul și din:

$$\text{tg}\,\varphi = \frac{\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}}{\frac{1}{R}} = R\left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right) = R\left(2\pi\nu C - \frac{1}{2\pi\nu L}\right)$$

obținîndu-se tot valoarea: $-\frac{1}{2}$)

c. Avînd în vedere că

$$I = \frac{U}{Z_p},$$

se obține I_{min}, cînd Z_p este maxim. Din relația lui Z_p folosită la punctul b, reiese că Z_p devine maxim, cînd numitorul este minim, ceea ce se obține cînd $\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L} = 0$, deci în condiții de

rezonanță, pentru care:

$$Z_p = R \text{ și } \nu_r = \nu_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Valoric obținem $\nu_1 = 70{,}5$ Hz

și $$I_{min} = \frac{U}{R} = 22 \text{ A}.$$

4. a. Să se enunțe principiul al doilea al termodinamicii;
   b. Să se enunțe legile frecării;
   c. Să se definească parametrii unei triode.
5. Să se scrie indicînd semnificația simbolurilor care apar:
   a. ecuația Clapeyron — Mendeleev;
   b. expresia randamentului ciclului Carnot;
   c. formula conductivității electrice a unui semiconductor cu impurități.

Profilul: CHIMIE

Specializările: cele menționate la subiectele prezentate anterior, pentru Institutul Politehnic din București; petrochimie — ingineri zi; chimie, universitar — zi și seral; chimie-fizică, universitar — zi (numai pentru Institutul Politehnic din București).

Disciplina de concurs: *Fizică (fizică moleculară și căldură, electricitate).*

1, Se consideră un corp de pompă vertical, cu secțiunea $S=0{,}01$ m², prevăzut în partea superioară cu un piston mobil de masă $M=50$ kg. În corpul de pompă se află $m = 14$ g de azot la temperatura $t_1=27°C$. Gazul suferă o încălzire izobară, pînă la temperatura $T_2=400$ K după care pistonul este blocat și corpul de pompă este pus în legătură cu un vas de volum $V_2=3.10^{-3}$m³, în care se află de asemenea azot, avînd presiunea $p_2=4.10^5$ N/m² și temperatura T_2. Se cer:

a. înălțimea h la care se găsește pistonul față de baza corpului de pompă în stare inițial
b. lucrul mecanic efectuat de gaz în cursul încălzirii izobare;
c. presiunea finală, după stabilirea legăturii între corpul de pompă și vas (Se dau: constanta gazelor perfecte $R = 8310$ J/kmol · K, masa moleculară a azotului $\mu = 28$ kg/kmol; accelerația gravitațională $g \simeq 10$ m/s², presiunea atmosferică $p_0 = 10^5$ N/m²).

Soluție:

a. Pentru echilibrul pistonului:

$$p_1 = p_0 + \frac{Mg}{S}$$

iar dacă notăm

$$V_1 = S \cdot h$$

din ecuația de stare

$$p_1 V_1 = \frac{m}{\mu} RT_1$$

prin substituția lui p_1 și V_1:

$$\left(p_0 + \frac{Mg}{S}\right) Sh = \frac{m}{\mu} RT_1 \text{ se obține înălțimea } h:$$

$$h = \frac{m R T_1}{S\left(p_0 + \frac{Mg}{S}\right)} = \frac{m R T_1}{(p_0 S + Mg)} =$$

$$= \frac{14 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 8310 \text{ J/kmol} \cdot \text{K} \cdot 300 \text{ K}}{28 \text{ kg/kmol} \cdot (10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 0{,}01 \text{ m}^2 + 50 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2)} = 0{,}831 \text{ m}.$$

Scanned with OKEN Scanner

b. Procesul fiind izobar, lucrul mecanic poate fi calculat prin : $L = \nu R \Delta T$

$$L = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1) = \frac{14 \cdot 10^{-3}\ \text{kg} \cdot 8310\ \text{J/kmol} \cdot \text{K} \cdot 100\ \text{K}}{28\ \text{kg/kmol}} = 415{,}5\ \text{J}$$

c. După încălzirea izobară gazul din corpul de pompă va ocupa volumul V_1';

$$p_1 V_1' = \frac{m}{\mu} R T_2; \qquad V_1' = \frac{mR T_2}{\mu\left(p_0 + \frac{Mg}{S}\right)}$$

Pentru starea inițială a gazului din corpul de pompă și respectiv din vas putem scrie ecuațiile de stare :

$$p_1 V_1' = \nu_1 R T_2$$

$$p_2 V_2 = \nu_2 R T_2$$

După punerea în legătură trebuiesc respectate condițiile : p devine aceeași în ambele recipiente air $\nu_1 + \nu_2 = \nu_1' + \nu_2'$. Scriind ecuațiile de stare pentru starea finală (după punerea în legătură,)

$$p V_1' = \nu_1' R T_2$$

$$p V_2 = \nu_2' R T_2$$

și prin însumare :
$p(V_1' + V_2) = (\nu_1' + \nu_2') R T_2$, de unde obținem :

$$p = \frac{(\nu_1 + \nu_2) R T_2}{V_1' + V_2} = \frac{\left(\frac{m}{\mu} + \frac{p_2 V_2}{R T_2}\right) R T_2}{\frac{m R T_2}{p_1 \mu} + V_2} =$$

$$= \frac{(m R T_2 + \mu p_2 V_2)\left(p_0 + \frac{Mg}{S}\right)}{\mu p_1 V_2 + mRT_2)} = 1{,}52 \cdot 10^3\ \text{N/m}^2$$

(valoarea lui V_1' este $22{,}16 \cdot 10^{-3}$ m^3)

2. Un gaz ideal monoatomic se află inițial în starea caracterizată de parametrii : $p_1 = 2 \cdot 10^5$ N/m^2, $V_1 = 2 \cdot 10^{-3}$m^3 și $T_1 = 400$ K. În starea finală gazul are parametrii $p_5 = 10^5$ N/m^2, $V_5 = 3 \cdot 10^{-3}$ m^3 și $T_5 = 300$ K. Din starea inițială se poate ajunge în starea finală pe trei căi distincte : transformarea izocoră 1—4, urmată de o transformare izobară 4—5 ; transformarea izotermă 1—2. urmată de o transformare izocoră 2—5 ; transformarea arbitrară 1—3, urmată de o transformare izobară 3—5. Se cer :

a. lucrul mecanic și cantitatea de căldură schimbate de gaz pe calea 1—4—5 ;
b. lucrul mecanic și cantitatea de căldură schimbate de gaz pe calea 1—2—5 ;
c. variația energiei interne pe calea 1—3—5 ;

(*Se dau* : constanta gazelor perfecte $R = 8310$ J/kmol · K ; căldura molară de volum constant $C_V = 3R/2$; ln 1,5 = 0,4)

Soluție :

a. Lucrul mecanic în 1—4—5—este : $L = L_{1-4} + L_{4-5} = 0 + p_5(V_5 - V_1) = 10^5$ N/m$^2 \cdot 10^{-3}$ m^3 = $= 10^2$J

Din legea transformării izobare 1—4 obținem T_4 :

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_5}{T_4} \Rightarrow T_4 = \frac{p_5 T_1}{p_1} = \frac{10^5\ \text{N/m}^2 \cdot 400\ \text{K}}{2 \cdot 10^5\ \text{N/m}^2} = 200\ \text{K}$$

Cantitatea de căldură în 1—4—5 va fi :

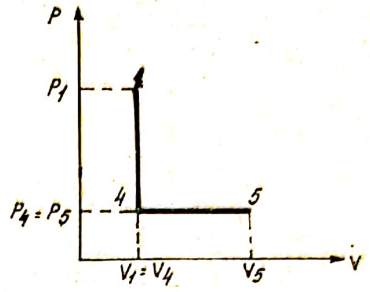
$$Q = Q_{14} + Q_{45} = \nu C_V(T_4 - T_1) + \nu C_p(T_5 - T_4) =$$
$$= \nu C_V (T_4 - T_1) + \nu(C_V + R)(T_5 - T_4) =$$

Scanned with OKEN Scanner

$$= \frac{p_1 V_1}{RT_1} \cdot \frac{3R}{2} (T_4 - T_1) + \frac{p_1 V_1}{RT_1} \frac{5R}{2} (T_5 - T_4) =$$

$$= \frac{p_1 V_1}{2T_1} [3(T_4 - T_1) + 5(T_5 - T_4)] =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{2 \cdot 400 \text{ K}} (-600 + 500)\text{K} = -50 \text{ J}.$$



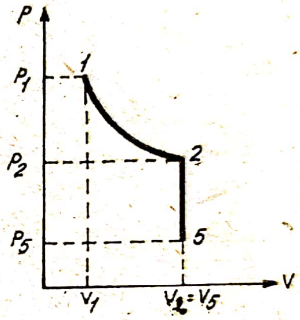
(Rezultă $\Delta U = Q - L = -150$ J)

b. Din legea transformării izoterme pentru 1–2, obținem:

$$p_1 V_1 = p_2 V_5 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_5} = \frac{2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{m}^3}{3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = \frac{4}{3} \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2,$$

deci $p_2 > p_5$

Pentru 1–2–5:



$$L = L_{12} + L_{25} = \nu R T_1 \ln \frac{V_5}{V_1} + 0 = p_1 V_1 \cdot \ln \frac{V_5}{V_1} =$$

$$= 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{m}^3 \ln 1{,}5 = 160 \text{ J}$$

$$Q = Q_{12} + Q_{25} = \nu R T_1 \ln \frac{V_5}{V_1} + \nu C_V (T_5 - T_1) =$$

$$= p_1 V_1 \ln \frac{V_5}{V_1} + \frac{p_1 V_1}{RT_1} \frac{3}{2} R(T_5 - T_1) =$$

$$2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{m}^3 \left[0{,}4 + \frac{3 \cdot (-100)}{2 \cdot 400} \right] = 10 \text{ J}$$

(Rezultă $\Delta U = Q - L = -150$ J)

c. Deoarece U este o funcție de stare, ΔU va depinde de parametrii stărilor între care se calculează, independent de transformările prin care se trece între stări, deci

$$\Delta U_{1-3-5} = \nu C_V (T_5 - T_1) = \frac{p_1 V_1}{RT_1} \cdot \frac{3}{2} R(T_5 - T_1) =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{m}^3 \cdot 3 \cdot (-100)\text{K}}{2 \cdot 400 \text{ K}} = -150 \text{ J}$$

(la fel ca în situațiile anterioare).

3. O diodă este conectată la o tensiune continuă $U = 20$ V, prin intermediul unei rezistențe R_1, căderea de tensiune pe diodă fiind $U_d = 9$ V. Se cer:

a. Valoarea rezistenței R_1 astfel încît curentul prin diodă să aibă valoarea $I_d = 10$ mA;

b. Ce valoare va trebui să aibă rezistența R_1, dacă în paralel cu dioda se conectează o rezistență de sarcină $R_S = 600\ \Omega$, astfel încît curentul prin diodă nu se modifică?

c. Curentul total rămînînd constant, între ce limite variază rezistența de sarcină (pentru $R_1 = 440\ \Omega$) astfel încît intensitatea curentului prin diodă să fie cuprinsă între $I_{d\,minim} = 0{,}5$ mA și $I_{d\,maxim} = 19{,}5$ mA.

Soluție:

a) Dacă aplicăm legea a II-a a lui Kirchhoff circuitul din figură obținem:

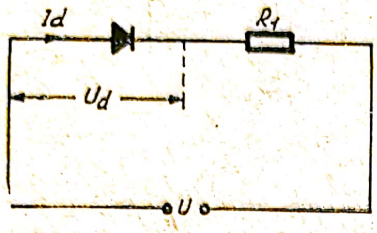
$$U = U_d + R_1 I_d$$

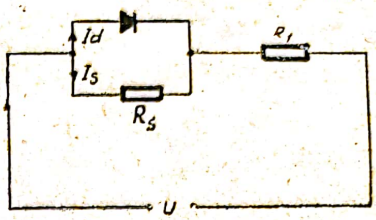
$$R_1 = \frac{U - U_d}{I_d} = \frac{(20 - 9)\text{ V}}{10 \cdot 10^{-3} \text{ A}} = 1100\ \Omega$$

Scanned with OKEN Scanner

b. Aplicăm legea a II-a a lui Kirchhoff ochiului de rețea cu dioda și R_S:

$$U_d = I_S R_S \rightarrow I_S = \frac{U_d}{R_S}$$





Din legea a I-a a lui Kirchhoff aplicată nodului A obținem:

$$I = I_S + I_d = \frac{U_d}{R_S} + I_d$$

iar legea a II-a a lui Kirchhoff aplicată ochiului de rețea ce conține pe R_1, ne dă

$$U = U_d + I R_1' \rightarrow$$

$$R_1' = \frac{U - U_d}{I} = \frac{U - U_d}{\frac{U_d}{R_S} + I_d} = \frac{(20 - 9)\,\text{V}}{\left(10 \cdot 10^{-2} + \frac{9}{600}\right)\text{A}} = 440\,\Omega$$

c. Condiția pusă în problemă este:

$$I = I_d + I_S = \frac{U - U_d}{R_1} = \text{const}$$

$$I_d + \frac{U_d}{R_S} = \frac{U - U_d}{R_1}$$

de unde:

$$R_S = \frac{U_d}{\frac{U - U_d}{R_1} - I_d}$$

ale cărei valori vor fi:

$$R_S' = \frac{U_d}{\frac{U - U_d}{R_1} - I_{d\min}} = \frac{9\,\text{V}}{\frac{(20 - 9)\,\text{V}}{440\,\Omega} - 0{,}5 \cdot 10^{-3}\,\text{A}} = \frac{9.000}{24{,}5}\,\Omega = 367{,}34\,\Omega$$

și $$R_S'' = \frac{U_d}{\frac{U - U_d}{R_1} - I_{d\max}} = \frac{9\,\text{V}}{\frac{(20 - 9)\,\text{V}}{440\,\Omega} - 19{,}5 \cdot 10^{-3}\,\text{A}} = \frac{9.000}{5{,}5}\,\Omega = 1636{,}36\,\Omega$$

Notă: Această problemă se găsește în: Anatolie Hristev „Probleme de fizică date la examene" cu nr. 5.5.30.

4. Să se scrie, indicînd simbolurile care apar:
   a. Legea lui Jurin;
   b. Legile lui Kirchhoff;
   c. legile electrolizei;
5. Să se definească:
   a. energia internă a unui sistem termodinamic;
   b. unitatea de măsură a fluxului magnetic;
   c. inductanța unui circuit.

I. P. Informația c. 1057

Index 43 460

1 Leu